

2013—2018年河南省审定的半冬性小麦品种产量结构特点分析

王玲燕, 朱红彩, 黄金华, 盛坤*, 马海涛, 窦士树, 闫春霞, 唐振海 (河南省新乡市农业科学院, 河南新乡 453000)

摘要 [目的]利用河南省2013—2018年通过审定的83个半冬性小麦品种,研究影响小麦主要农艺性状的内在联系和演变规律,为小麦育种和生产提供参考。[方法]对83个半冬性小麦品种的单位面积产量、有效穗数、穗粒数、千粒重、株高、生育期进行汇总处理,采用多元线性回归分析方法。[结果]小麦平均产量呈上升趋势,线性拟合结果表明年递增124.57 kg/hm²。除有效穗数外,研究的其他主要农艺性状均呈逐年上升趋势。变异结果分析,有效穗数的变异系数最大。主要农艺性状与产量相关程度由高到低依次为生育期($r=0.4930$)、株高($r=0.2891$)、穗粒数($r=0.2622$)、千粒重($r=0.2524$)、有效穗数($r=0.0412$)。产量三要素通径分析与相关分析结果一致。[结论]近期河南省在小麦育种性状选择时,应首先将育种材料的穗粒数和千粒重放在首位,同时兼顾单位面积有效穗数。

关键词 半冬性小麦品种;主要农艺性状;多元线性回归分析

中图分类号 S512.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)13-0020-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.13.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Characteristic Analysis of Yield Structure of Semi-winter Wheat Varieties Approved by Henan Province from 2013 to 2018

WANG Ling-yan, ZHU Hong-cai, HUANG Jin-hua et al (Xinxiang Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang, Henan 453000)

Abstract [Objective] In Henan Province, 83 semi-winter wheat varieties have been approved from 2013 to 2018. The internal relations and evolution rules of main agronomic traits of wheat were studied, which provides references for wheat breeding and production. [Method] Yields per unit area of 83 semi-winter wheat varieties were summarized and treated, as well as effective ears, spike grain number, 1 000-grain weight, plant height and growth period. [Result] The average yield of wheat was on the rise. Results of linear fitting showed an annual increase of 124.57 kg/hm². Except the number of effective ears, the other main agronomic traits studied showed an increasing trend year by year. Analysis of variance showed that the variation coefficient of effective panicle number was the largest. The main agronomic traits and yield correlation degree from high to low were in the order of growth period ($r=0.493$), plant height ($r=0.2891$), panicle number ($r=0.2622$), thousand kernel weight ($r=0.2524$), effective ear number ($r=0.0412$). The path analysis of yield three elements was consistent with the results of correlation analysis. [Conclusion] In recent years, the number of ear grains and 1 000-grain weight of wheat breeding materials should be firstly considered in the selection of wheat breeding characters in Henan Province, and the effective number of ears per unit area should also be considered.

Key words Semi-winter wheat variety; Main agronomic traits; Multiple linear regression analysis

河南是国家粮食生产基地和粮食生产核心区,是我国小麦产量第一大省^[1],常年种植面积约549.17万hm²,其小麦产业是河南农业发展的优势产业。因此,研究小麦品种产量结构特点的内在联系和变动规律对促进河南省小麦产业可持续发展具有重要意义。

随着小麦产量水平的逐渐提高,对产量构成因子之间的协调关系要求愈加严格^[2]。小麦产量除受环境因素影响外,遗传因素占有很重要的地位^[3],小麦产量从建国初期亩产不到百斤到现在亩产超过千斤^[4],这其中遗传育种的贡献超过40%。鉴于此,笔者对2013—2018年河南省审定的半冬性小麦品种的主要性状进行相关分析、回归分析和通径系数分析,并建立最优多元线性回归方程,旨在探索河南省小麦产量主要性状对产量贡献的大小,为在育种工作中有效选育小麦高产新品种(系)提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料 2013—2018年通过河南省审定的有140个小麦新品种,笔者选取了生产推广中占主导地位的83个普通的半冬性小麦品种进行研究。数据来源于2013—2018年(2016年无审定半冬性小麦品种)编写的《河南省农作物品种审定委员会审定品种目录》,每个品种的产量及农艺性状

来源于该品种两年区域试验以及一年生产试验的平均值。对其中的生育期、株高、有效穗数、穗粒数和千粒重等农艺性状进行分析。

1.2 统计分析方法 对83个半冬性小麦品种的单位面积产量、有效穗数、穗粒数、千粒重、株高、生育期进行汇总处理。采用多元线性回归分析方法,采用DPS软件进行处理。

1.3 数据处理 运用Microsoft Excel和DPS v9.01对数据进行统计分析。

2 结果与分析

对2013—2018年河南省审定的半冬性小麦新品种的产量及其主要农艺性状进行变异分析、相关分析、通径分析、多元回归分析等,探讨目前小麦在育种过程中主要农艺性状对产量的直接与间接影响。

2.1 产量潜力及主要性状变化趋势分析 从表1、图1可以看出,2013—2018年河南省审定的半冬性小麦品种产量逐步提高,线性拟合结果表明每年增长趋势为124.57 kg/hm²。6年平均产量为8 034.15 kg/hm²,比2013年平均产量增加276.0 kg/hm²,增加幅度为3.44%,2017年产量最高,为8 345.40 kg/hm²,比2013年增产587.25 kg/hm²,增加幅度达7.31%。

从图1可以看出,有效穗数、穗粒数、千粒重三者 R^2 表现不显著,不具有线性趋势。株高和生育期随着年份的变化呈上升趋势,线性拟合结果分别是株高年增长0.9455 cm,生育期年增长0.3291 d。

作者简介 王玲燕(1980—),女,河南新乡人,助理研究员,硕士,从事农作物示范与推广研究。*通信作者,助理研究员,硕士,从事小麦栽培及育种研究。

收稿日期 2019-01-11

表 1 2013—2018 年河南省审定半冬性小麦品种的产量及其构成因素比较

Table 1 Comparison of the yield and its component factors of semi-winter wheat varieties approved by Henan Province from 2013 to 2018

年度 Year	品种数 Variety quantity	生育期 Growth period d	株高 Plant height cm	穗数 Ear number 万/hm ²	穗粒数 Kernels per spike	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
2013	13	229.57	76.40	591.00	33.53	46.54	7 758.15
2014	8	230.04	75.08	625.95	32.94	43.71	7 628.10
2015	13	231.37	77.66	618.45	34.03	45.99	8 217.60
2017	15	230.67	79.50	606.75	33.18	48.41	8 345.40
2018	34	231.60	80.23	589.05	35.13	45.70	8 221.50
平均 Average		230.65	77.77	606.24	33.76	46.07	8 034.15

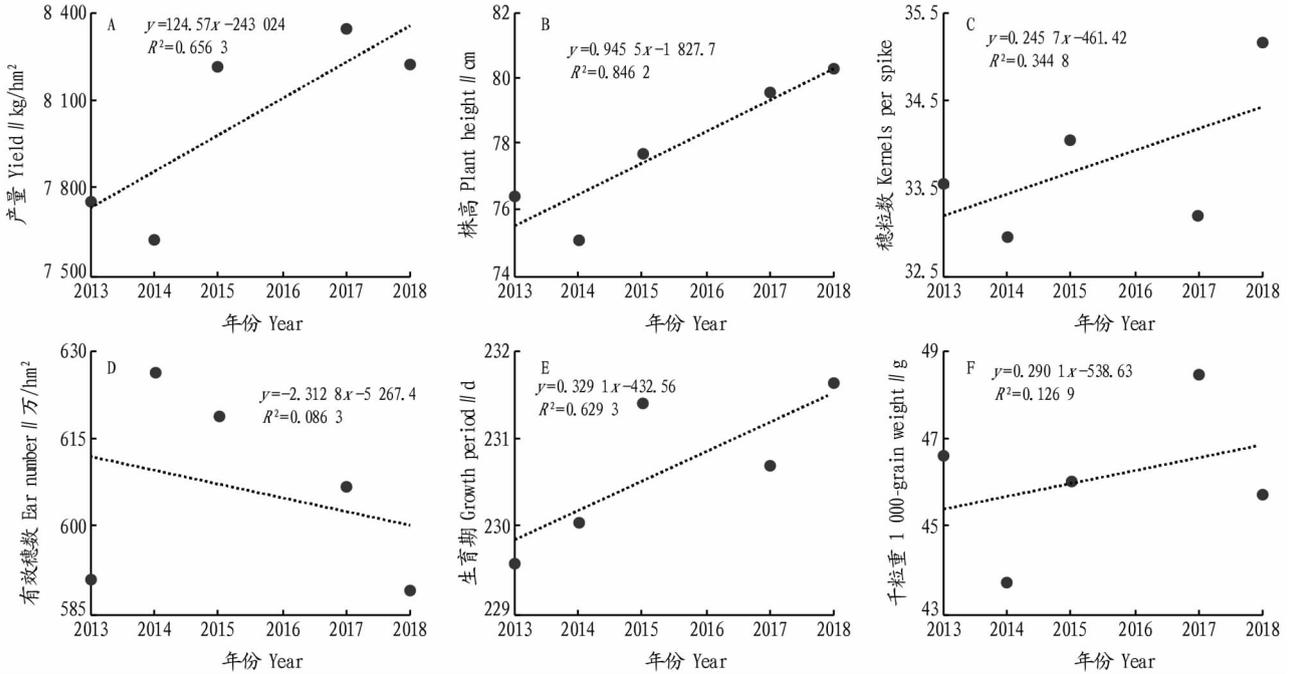


图 1 2013—2018 年小麦产量及主要农艺性状的演变趋势

Fig. 1 Evolution trend of yield and main agronomic characters of wheat in 2013–2018

2.2 小麦主要产量性状间的变异分析 从表 2 可以看出,对数据进行标准化处理后,产量三要素变异系数由大到小依次为有效穗数(2.03)、穗粒数(1.95)、千粒重(1.63)、株高(1.38)、生育期(1.26)。这说明近几年育种单位在选育半冬性新品种过程中,有效穗数的变异性最大,千粒重变异性较小,穗粒数居中,对有效穗数的选择相对较差。但在生产过程中,可以通过栽培措施合理调控有效穗数。

2.3 小麦主要性状与产量的相关性分析 从表 3 可以看出,小麦主要性状与产量的相关性均呈正相关,但显著水平

表 2 产量及主要农艺性状的变异分析

Table 2 The variation analysis of yield and main agronomic character

变量 Variable	平均值 Average	标准差 Standard deviation	变异系数 Variable coefficient VIF
有效穗数 Effective spikes	40.07	1.95	2.03
穗粒数 Kernels per spike	34.16	1.85	1.95
千粒重 1 000-grain weight	46.16	2.62	1.63
株高 Plant height	78.65	3.60	1.38
生育期 Growth period	230.96	0.92	1.26
产量 Yield	541.49	19.22	—

表现不一:有效穗数与产量相关系数表现不显著,生育期、株高与产量相关系数表现极显著,穗粒数、千粒重与产量相关水平表现显著。相关程度由大到小依次为生育期($r=0.4930$)、株高($r=0.2891$)、穗粒数($r=0.2622$)、千粒重($r=0.2524$)、有效穗数($r=0.0412$)。从产量三要素上看,穗粒数和千粒重与产量的关系最密切,近期育出的小麦新品种千粒重和穗粒数较以前有提高,穗粒数与千粒重是目前河南省小麦育种的主要制约因素。在现有环境条件下,小麦育种过程中保证单位面积有效穗数一定数量的基础上,应协调发展穗粒数和千粒重。

2.4 产量构成因素对产量的通径分析 通径系数由 R 矩阵、 B 矩阵表运算获得,通径分析是将相关系数分为直接作用和间接作用,直接作用揭示了各产量构成因素对产量作用的事实。从表 4 可以看出,3 个产量构成因素对产量的直接通径系数都为正值,说明提高其中任一项,产量都会有一定幅度的增长。3 个主要因素的通径系数大小表现为穗粒数的作用最大($P=0.7716$),千粒重作用次之($P=0.6876$),有效穗数的作用最小($P=0.6437$)。

表3 半冬性小麦品种的产量与主要农艺性状相关系数和显著水平

Table 3 Correlation coefficient and significant level of the yield and main agronomic characters of semi-winter wheat varieties

农艺性状 Agronomic characters	有效穗数 Effective spikes	穗粒数 Kernels per spike	千粒重 1 000-grain weight	株高 Plant height	生育期 Growth period	产量 Yield
有效穗数 Effective spikes	1	0.000 1	0.002 5	0.000 3	0.076 7	0.715 2
穗粒数 Kernels per spike	-0.484 9	1	0.009 4	0.092 0	0.006 4	0.018 0
千粒重 1 000-grain weight	-0.332 1	-0.287 0	1	0.034 8	0.822 4	0.023 0
株高 Plant height	-0.395 2	0.188 5	0.234 9	1	0.000 3	0.008 9
生育期 Growth period	-0.197 8	0.300 7	-0.025 3	0.387 9	1	0.000 1
产量 Yield	0.041 2	0.262 2	0.252 4	0.289 1	0.493 0	1

注:对角线下方数据为相关系数;对角线上方数据为显著水平

Note: Data under the diagonal line were correlation coefficient; data above the diagonal line were significant level

从间接通径系数看,产量三要素对产量的间接作用均为负值,但穗粒数的直接效应不会因为有效穗数(-0.312 1)、千粒重(-0.197 3)的负效应被平衡;有效穗数的直接效应不会因为穗粒数(-0.374 1)、千粒重(-0.228 4)的负效应被平衡;千粒重的直接效应不会因为有效穗数(-0.213 8)、穗粒

数(-0.221 5)的负效应被平衡,最终三者均与产量呈正相关。这说明近6年河南省小麦产量的增长主要靠穗粒数的增加,在选育新品种时要注意重大穗型性状的选择,同时兼顾有效穗数与千粒重的协调。因此,在高产小麦品系选育中,成穗较多、穗重较高的品系更易获得高产^[5]。

表4 产量与其构成三要素间的通径系数分析

Table 4 Path coefficient analysis of yield and its component factors

作用因子 Acting factor	直接作用 Direct action	间接作用 Indirect action		
		通过有效穗数 Passing through effective spikes	通过穗粒数 Passing through kernels per spike	通过千粒重 Passing through 1 000-grain weight
有效穗数 Effective spikes	0.643 7		-0.374 1	-0.228 4
穗粒数 Kernels per spike	0.771 6	-0.312 1		-0.197 3
千粒重 1 000-grain weight	0.687 6	-0.213 8	-0.221 5	

2.5 产量构成三要素与产量的多元回归分析 为进一步研究产量构成因素与产量间的数量关系,以生育期、株高等主要农艺性状为因变量进行回归分析,并逐步回归,最终建立以产量 Y 为因变量,以有效穗数(x_1)、穗粒数(x_2)、千粒重(x_3)为自变量的回归方程。回归方程为 $y = -218.618 5 + 6.329x_1 + 8.013 2x_2 + 5.043 1x_3$ 。

其偏相关系数程度由大到小依次为穗粒数($r_1 = 0.591 2$)、千粒重($r_2 = 0.575 9$)、有效穗数($r_3 = 0.515 8$)。三者数值非常接近,尤其是穗粒数和千粒重,这说明近几年育成的高产小麦品种在产量三要素上进行了协调。因此,在小

麦品种的选育过程中,三要素协调发展才能取得较高的产量。

由小麦产量构成因素与产量的回归系数(表5)表明,小麦各性状 t 测验均达极显著水平。这表明单位面积穗数、穗粒数、千粒重与产量 Y 之间有极显著的线性回归关系,即在其他因素相对固定前提下,有效穗数每增加1个单位(万穗),产量增加6.329 kg/hm²;穗粒数每增加1个单位(1粒),产量增加8.013 2 kg/hm²;千粒重每增加1个单位(1g),产量增加5.041 3 kg/hm²。

表5 小麦产量构成因素与产量的回归系数

Table 5 Regression coefficients of wheat yield and its component factors

变量 Variable	回归系数 Regression coefficient	标准系数 Standardized coefficients	偏相关 Partial correlation	标准误 Standard error	t 值 t value	P 值 P value
常数 Constant	-218.618 5			109.239 6	-2.001 3	0.048 8
有效穗数 Effective spikes	6.329 0	0.643 7	0.515 8	1.198 0	5.283 1	0.000 1
穗粒 Kernels per spike	8.013 2	0.771 6	0.591 2	1.245 8	6.432 2	0.000 1
千粒重 1 000-grain weight	5.043 1	0.687 6	0.575 9	0.815 8	6.181 6	0.000 1

3 讨论

(1) 该研究结果表明,2013—2018年审定小麦品种平均产量呈上升趋势,线性拟合结果表明年递增124.57 kg/hm²;有效穗数、穗粒数、千粒重表现不显著,不具有线性趋势;株高和生育期均呈逐年上升趋势。

小麦主要产量性状间的变异结果分析显示,有效穗数的

变异系数最大,表明近年在选育半冬性小麦品种过程中,对有效穗数的选择效果相对较差,但在生产过程中可以通过合理控制有效穗数来增加产量,这与刘朝辉等^[6-7]、段国辉等^[8]、金艳等^[9]的研究结果不同,可能是研究小麦品种的时间、对象、年度间气候条件、栽培措施等的不同引起的。

(下转第25页)

2.3 各处理对水稻秧苗叶绿素含量的影响 由表 3 可知, 处理 A、B、C 与 CK 相比, 相对叶绿素含量分别提高了 21.4%、16.0% 和 10.4%, 均达到显著性差异。

2.4 各处理对水稻秧苗干物质积累及综合指数的影响 由表 4 可知, 各处理地上、地下及全株百株干重均高于 CK, 且均达到显著性差异; 其中处理 B 地上、地下及全株百株干重分别为 1.23、0.85 和 2.08 g, 分别比 CK 提高 28.1%、44.1% 和 35.1%, 增幅最明显; 从综合指数来看, 根冠比排序依次为处理 B>处理 C>处理 A>CK, 其中处理 B 与 CK 相比达到显著性差异。

表 4 不同处理对水稻秧苗干物质积累及综合指数的影响

Table 4 Effects of different treatments on dry matter accumulation and comprehensive index of rice seedlings

处理 Treatment	地上部干重 Above ground dry weight g/100 株	地下部干重 Underground dry weight g/100 株	全株干重 Whole plant dry weight g/100 株	根冠比 Root- shoot ratio
A	1.09 b	0.72 b	1.80 b	0.661 ab
B	1.23 a	0.85 a	2.08 a	0.691 a
C	1.14 b	0.78 ab	1.92 b	0.684 ab
CK	0.96 c	0.59 c	1.54 c	0.615 b

注: 同列数据后不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平上差异显著
Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

3 结论与讨论

该试验发现, 木薯酒糟基质中添加蚯蚓粪对水稻秧苗生长的各项指标都有明显的促进作用, 但并非是蚯蚓粪添加比例越高, 秧苗质量越好。当添加比例为蚯蚓粪: 木薯酒糟基质=1:1(V:V)时, 其秧苗密度、成秧率、根数、根系盘结力和干物质积累都会有所下降, 其表现为植株小, 茎基粗, 叶色浓绿, 相对叶绿素含量较高, 根系欠发达, 主根短、侧根少。这

(上接第 22 页)

(2) 主要性状与产量的相关性分析、通径系数分析结果表明, 相关程度由高到低依次为生育期($r=0.4930$)、株高($r=0.2891$)、穗粒数($r=0.2622$)、千粒重($r=0.2524$)、有效穗数($r=0.0412$)。从主要农艺性状看, 生育期和株高对小麦产量的作用最大; 从产量构成三要素看, 穗粒数和千粒重对产量的作用较大, 有效穗数相关程度最小。这有可能是因为有效穗数遗传力较低, 易受环境条件、栽培条件影响, 而穗粒数和千粒重受品种本身遗传特性影响较大。

通径分析与相关分析结果相一致, 进一步证明三要素对产量的作用, 说明选育高产品种应在保证合理有效穗数的基础上选择穗粒数较多、千粒重高的品种。

(3) 建立的小麦产量与产量构成三要素的多元回归方程显示其关系极显著, 表明产量与产量构成因素之间具有极显著的线性回归关系, 可以用建立的回归方程预测产量。

综上所述, 河南省在小麦育种性状选择时, 应将育种材料的穗粒数和千粒重放在首位, 同时要兼顾单位面积有效穗

数。不同的育种目标要求的适宜产量三要素不同、不同的环境条件要求的适宜产量三要素也不同, 如何协调在一个合适的范围是育种研究人员今后较长一段时间需深入研究的问题。

参考文献

- [1] 陈新. 水稻基质育秧技术[J]. 江苏农机化, 2012(2): 21.
- [2] 李国生, 华鹤良, 陈后庆, 等. 蚯蚓粪基质对机插秧苗素质的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(10): 4287-4288.
- [3] 史志中, 张璐, 丁莉. 水稻基质育秧技术优势凸显[J]. 农机科技推广, 2012(10): 34.
- [4] 冷九红, 朱平义, 张江红. 秸秆基质肥在稻麦上的应用试验[J]. 农业装备技术, 2010, 36(6): 31.
- [5] 杨晶, 曲晓东. 水稻新基质育苗技术应用[J]. 农村实用科技信息, 2008(8): 9.
- [6] 刘方春, 马海林, 马丙尧, 等. 菇渣用作无纺布容器育苗成型机配套基质的研究[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(5): 477-481.
- [7] 康惊涛, 冯永军, 李芬, 等. 有机无机废渣的资源化利用研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004, 35(1): 51-54.
- [8] 王其传, 祁红英, 陈月珍. 机插水稻无土基质育秧新技术[J]. 农业科技通讯, 2008(8): 126-127.
- [9] 何霄. 水稻生物基质育秧优势及配套工厂化育秧模式研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(29): 11933-11934.
- [10] 崔秀敏, 王秀峰. 蔬菜育苗基质及其研究进展[J]. 天津农业科学, 2001, 7(1): 37-42.
- [11] 聂小凤, 陶启威, 钱春桃. 蚯蚓粪珍珠岩复合基质在黄瓜穴盘育苗中的应用[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(9): 54-56.
- [12] 邱盼盼, 贾双双, 谢宝, 等. 蚓粪在番茄扦插育苗中的应用研究[J]. 安徽科技学院学报, 2016, 30(4): 15-20.
- [13] 王波, 吴立飞, 密森, 等. 蚯蚓粪育苗基质在辣椒育苗中的应用[J]. 长江蔬菜, 2012(18): 72-75.
- [14] 许健, 徐秋群, 熊慧欣, 等. 城市生活污水泥粪复合基质对辣椒幼苗生长的影响[J]. 广州化工, 2015, 43(22): 136-139.
- [15] 狄霖, 赵青松, 钟志仁. 不同商品基质对水稻机插秧苗素质的影响[J]. 农业装备技术, 2016, 42(1): 31-33.

参考文献

- [1] 李可. 优化资源利用方式促进河南粮食生产核心区建设[J]. 河南农业, 2013(17): 55-56.
- [2] 郑建敏, 李浦, 廖晓虹, 等. 四川冬小麦产量构成因子初步分析[J]. 作物杂志, 2012(1): 105-108.
- [3] 张学林, 梅四伟, 郭天财, 等. 遗传和环境因素对不同冬小麦品种品质性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(2): 249-253.
- [4] 田士林. 多小穗小麦蛋白质及相关农艺性状研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [5] 鲁莽, 陈克芳, 陈琳. 利用咸阳 84 加 79 选育重穗型小麦研究初报[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(5): 572-573.
- [6] 刘朝辉, 李江伟, 蒋志凯, 等. 河南省小麦区试品种(系)产量与产量构成因素的相关和通径分析[J]. 山东农业科学, 2013, 45(9): 26-28, 32.
- [7] 刘朝辉, 李江伟, 付亮, 等. 黄淮南片小麦产量与构成因素的相关和通径分析[J]. 浙江农业科学, 2013(6): 654-655.
- [8] 段国辉, 高海涛, 张学品, 等. 河南省近 15 年小麦区试高产品种产量构成分析[J]. 河南农业科学, 2006, 35(10): 38-40.
- [9] 金艳, 宋佳静, 朱统泉, 等. 2001-2015 年河南省审定小麦品种产量构成分析[J]. 中国种业, 2016(4): 41-44.